

**KERAGAMAN SUARA KODOK PURU BESAR
{*Phrynoidis aspera* (Gravenhorst, 1829)} ASAL JAWA BARAT*
[Various calls type of Giant River Toad {*Phrynoidis asper* (Gravenhorst, 1829)}
from West Java]**

Hellen Kurniati

Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI

Gedung Widiasatwaloka, Jalan Raya Cibinong Km 46, Cibinong 16911, Jawa Barat

e-mail: hkurniati@yahoo.com

ABSTRACT

Giant River Toad (*Phrynoidis aspera* (Gravenhorst, 1829)) is a largest generalist toad that is able to adapt to a variety of habitats and elevations. The complete calls of Giant River Toad had not been published before. To know all of sound characters of the toad, a total of five individuals males *P. aspera* vocalization were recorded on 30 October 2010 (1 individual; air temperature: 23.1°C; water temperature: 18.1°C) by using an Audio Technica AT875R microphone, the sound was recorded on a Fostex FR 2LE in WAV format; and on 22-24 September 2011 (4 individuals; air temperature 21.0°C-23.4°C; water temperature 21.6°C-22.0°C) in Curug Nangka, Mount Salak foot hill, West Java by using PCM-M10 Sony Recorder. The toad has four types of call: (1) Call type 1, consists of impulses without harmonic and average band width is 317.44 Hertz and average of amplitude is 40.43; (2) Call type 2, consists of pure tone with many sub-harmonics, average range frequency is 1420.28 Hertz and average of amplitude is 42.67; (3) Call type 3, consists of impulses and pure tone with two weak harmonics and average band width is 373.81 Hertz and average of amplitude is 48.19; (4) Call type 4, consists of impulses without harmonic and average band width is 792.62 Hertz and average of amplitude is 51.01. Based on the number of calls that were recorded of five individuals from the Mount Salak foot hill, call type 4 is its major call (common advertisement call), but the three others call types are minor calls.

Key words: Vocalization, giant river toad, *Phrynoidis aspera* (Gravenhorst, 1829), West Java.

ABSTRAK

Kodok Puru Besar (*Phrynoidis aspera* (Gravenhorst, 1829)) adalah katak terbesar yang mampu beradaptasi dengan berbagai tipe habitat dan ketinggian tempat. Suara panggilan lengkap Kodok Puru Besar belum pernah dipublikasikan sebelumnya. Untuk mengetahui semua karakter suara kodok ini, suara lima individu jantan *P. aspera* direkam pada tanggal 30 Oktober 2010 (1 individu, suhu udara: 23,1°C, suhu air: 18,1°C) dengan menggunakan mikrofon Audio Technica AT875R, suara itu direkam pada Fostex FR 2LE dalam format WAV, dan pada tanggal 22-24 September 2011 (4 individu, suhu udara 21,0°C - 23,4°C, suhu air 21,6°C - 22,0°C) di daerah Curug Nangka, kaki Gunung Salak, Jawa Barat dengan menggunakan perekam PCM-10 Sony. Kodok Puru Besar memiliki empat jenis suara panggilan: (1) tipe 1, terdiri dari impuls tanpa harmonik dengan rata-rata lebar band adalah 317,44 Hertz dan rata-rata amplitudo adalah 40,43; (2) tipe 2, terdiri dari nada murni dengan banyak sub-harmonik, rentang rata-rata frekuensi adalah 1420,28 Hertz dan rata-rata amplitudo adalah 42,67; (3) tipe 3, terdiri dari impuls dan nada murni dengan dua harmonik lemah dengan lebar rata-rata band adalah 373,81 Hertz dan rata-rata amplitudo adalah 48,19, dan (4) tipe 4, terdiri dari impuls tanpa harmonik dengan rata-rata lebar band adalah 792,62 Hertz dan rata-rata amplitudo adalah 51,01. Berdasarkan jumlah panggilan yang direkam dari lima individu jantan dewasa asal kaki Gunung Salak, suara panggilan tipe 4 adalah panggilan utama (panggilan umum atau major), tapi tiga tipe panggilan lainnya merupakan panggilan tidak utama (panggilan minor).

Kata kunci: Vokalisasi, kodok puru besar, *Phrynoidis aspera* (Gravenhorst, 1829), Jawa Barat

PENDAHULUAN

Kodok Puru Besar {*Phrynoidis aspera* (Gravenhorst, 1829)} - nama ilmiah sebelumnya *Bufo asper* - (Gambar 1) adalah kodok dengan ukuran tubuh besar (panjang tubuh rata-rata jantan dewasa 70-100 mm) dan bersifat generalis, yaitu mampu beradaptasi dengan berbagai tipe habitat. Umumnya jenis kodok ini dijumpai di sepanjang tepi sungai yang berarus lambat sampai deras di dalam hutan primer, hutan sekunder, areal perkebunan atau pemukiman manusia yang tidak jauh dari hutan. Penyebaran Kodok Puru Besar cukup luas di Indonesia, yaitu meliputi Jawa, Sumatra dan Kalimantan; sedangkan distribusi vertikal kodok ini juga lebar,

yaitu mulai dari sejajar permukaan laut sampai ketinggian 1500 m dari permukaan laut (dpl) untuk populasi di Jawa (Iskandar, 1998; Kurniati, 2003; Kurniati, *et al.*, 2001; Liem, 1973); kurang dari 200 m dpl dan mungkin sampai 1525 m dpl untuk populasi di Kalimantan (Inger, 2005; Inger, 2009); dan antara 40 m sampai 1000 m dpl untuk populasi di Sumatra (Kurniati, 2007; Kurniati 2009).

Pada jenis Kodok Pohon Bergaris (*Polypedates leucomystax*) dan Kongkang Kolam (*Hylarana chalconota*), penyebaran luas kedua jenis kodok juga diikuti dengan beragamnya suara yang dikeluarkan oleh individu-individu jantannya; (Christensen-Dalsgaard *et al.*, 2002; Kurniati, 2011;



Gambar 1. Kodok Puru Besar (*Phrynoidis aspera*) yang dijumpai di daerah Curug Nangka, lereng G. Salak, Jawa Barat (Foto: Alex Sumadijaya).

Sheridan, 2008). Seperti juga pada individu *P. leucomystax* dan *H. chalconota*, suara yang dikeluarkan individu jantan *P. aspera* juga beragam; seperti yang sudah diungkapkan oleh Boonman dan Kurniati (2011) berbeda dengan yang diungkapkan oleh Preininger *et al.* (2007). Keragaman suara kodok *P. aspera* tidak dijumpai pada jenis Kodok Puru Hutan (*Ingerophrynus biporcatus*) dan Kodok Buduk (*Duttaphrynus melanostictus*) (Marquez dan Eekhout, 2006) yang bersama dengan Kodok Puru Besar termasuk dalam anggota suku Bufonidae.

Keragaman suara Kodok Puru Besar secara lengkap belum pernah dikaji sebelumnya; satu tipe suara telah dipublikasi oleh Preininger *et al.* (2007) untuk populasi Kodok Puru Besar di Lembah Danum, Kalimantan. Frekuensi dominan rata-rata dari Kodok Puru Besar hasil rekaman Preininger *et al.* (2007) adalah di atas 3,9 KHz (suhu pada saat merekam 24,6°C); tetapi Kurniati dan Boonman (2011) mendapatkan frekuensi dominan antara 700-800 Hz (suhu udara: 23,1°C; suhu air: 18,1°C; kelembaban udara: 85%) untuk populasi Kodok Puru Besar di daerah Curug Nangka, kaki Gunung Salak, Jawa Barat. Informasi dari kedua publikasi ini mengindikasikan bahwa Kodok Puru Besar mempunyai beragam tipe suara, yang mana keragaman tersebut belum dipublikasi secara lengkap dan sistematis.

BAHAN DAN METODE

Semua suara individu jantan dewasa direkam di daerah Curug Nangka (S 6° 40' 22.8"; E 106° 43' 53.5"; 730 m dpl), lereng Gunung Salak, Jawa Barat. Waktu perekaman suara terbagi dua, yaitu pertama pada tanggal 30 Oktober 2010, direkam satu individu jantan (suhu udara 23,1°C; suhu air 18,1°C) dengan menggunakan mikrofon Audio Technica AT875R yang mempunyai rentang sensitivitas frekuensi antara 90 Hertz (Hz) sampai 23 Kilohertz (KHz), kemudian suara tersebut direkam dengan alat perekam Fostex FR 2LE dalam format suara WAV pada frekuensi 88,2 KHz dan *bit rate* 24 bits; waktu perekaman kedua pada tanggal 22-24 September 2011, direkam empat individu (suhu udara 21,0°C-23,4°C; suhu air 21,6°C-22,0°C) dengan menggunakan alat perekam Sony PCM-M10 pada frekuensi 94 KHz dan *bit rate* 24 bits.

Perangkat lunak Adobe Audition 3.0 digunakan untuk mendeskripsikan *oscillogram* dan *audiospectrogram* dari setiap tipe suara *P. aspera*; sedangkan perangkat lunak SAP2011 digunakan untuk mendapatkan parameter gelombang suara, yaitu frekuensi maksimum dan minimum, frekuensi dominan, frekuensi rata-rata, amplitudo, *amplitude modulation* (AM) dan *frequency modulation* (FM). Semua data parameter suara diuji dengan

menggunakan perangkat lunak statistik SPSS versi 16.0. Untuk data dengan distribusi yang sangat timpang, median dan rentang digunakan ketimbang nilai rata-rata dan standar deviasi (Howard dan Young, 1998). Rasio Koefisien Varian (CV) dihitung untuk menentukan "statis" dan "dinamis" dari vokalisasi (Gerhardt, 1991).

HASIL

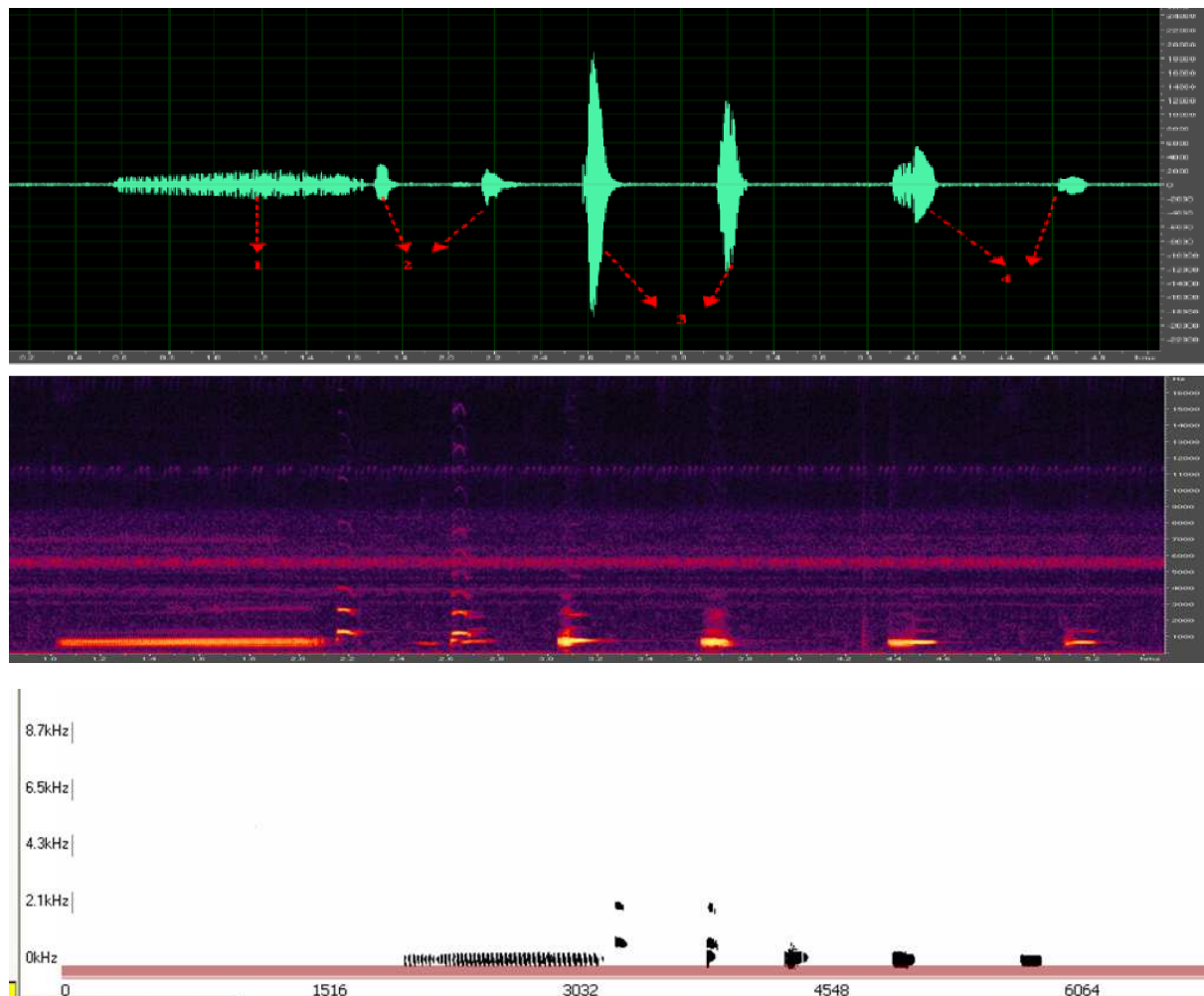
Hasil suara yang bersih dengan sedikit kebisingan direkam dari lima individu jantan. Satu jantan yang direkam pada tanggal 23 September 2011 mengeluarkan empat tipe suara (suara tipe 1-4),

sedangkan empat individu lain yang direkam suaranya pada tanggal 30 Oktober 2010 dan 23-24 September 2011 hanya mengeluarkan satu tipe suara (suara tipe 4) (Gambar 2).

Empat tipe suara panggilan yang dikeluarkan oleh jantan dewasa *P. aspera* memiliki pola gelombang yang berbeda. Penjelasan dari masing-masing pola gelombang dari empat tipe suara dijabarkan di bawah ini:

A. Suara Tipe 1

Suara tipe 1 direkam dari satu individu jantan dewasa *P. aspera*. Jumlah suara tipe satu yang



Gambar 2. Oscillogram dan audiospectrogram dari vokalisasi empat tipe suara *P. aspera* asal daerah Curug Nangka, lereng Gunung Salak, Jawa Barat. (1) Suara tipe 1; (2) Suara tipe 2; (3) Suara tipe 3 dan (4) Suara tipe 4.

direkam dengan kualitas bagus adalah 16.

Unsur dasar dari suara tipe 1 adalah impuls (*impulse*), satu suara panggilan terdiri dari banyak impuls, yang mana satu impuls terdiri 6-7 periode (*period*) (Gambar 3). Ban (*band*) dari suara tipe 1 cukup lebar, dengan lebar rata-rata 317,44 Hz dan rata-rata dari amplitudo (*amplitude*) adalah 40,43 (SD=1,98). Durasi rata-rata untuk satu panggilan pada suara tipe 1 adalah 829,89 ms (millisecond) (SD=297.85), dengan durasi minimum 235,08 ms dan durasi maksimum 1410,50 ms. Rentang durasi dari tipe suara 1 sangat panjang, yaitu mencapai 1175,42 ms; rentang durasi yang panjang mengindikasikan suara tipe 1 bukan suara yang dikeluarkan dengan spontan (*clicking vocalization*), panjang pendeknya durasi tipe suara 1 dapat dikontrol oleh jantan *P. aspera*.

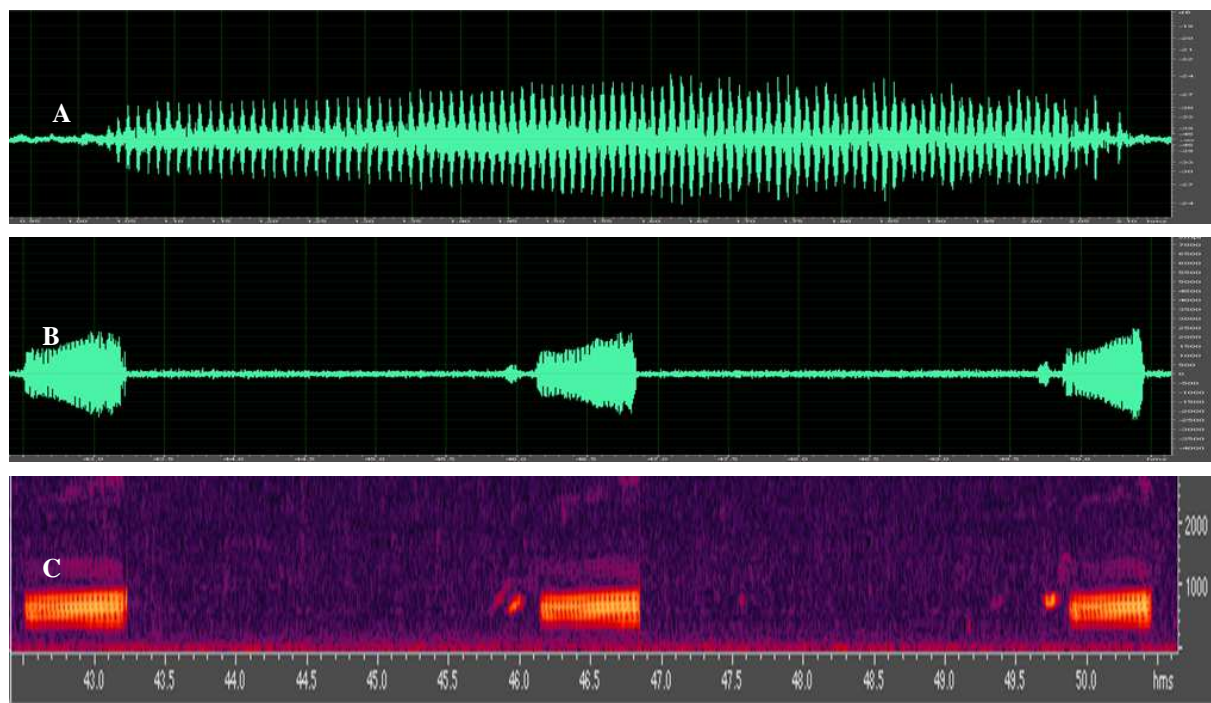
Frekuensi dominan dari suara tipe 1 bersifat statis (CV=0,05; 710,23±35,51 Hz), begitu pula dengan frekuensi maksimum (CV=0,04; 801,50±33,19 Hz); tetapi frekuensi minimum bersifat dinamis

(CV=0,20; 484,06±97,81 Hz). Hasil analisis korelasi dan regresi antara parameter frekuensi dominan dan frekuensi maksimum adalah positif kuat dan linier ($R^2=0,68$; $p<0,01$); tetapi korelasi dan regresi antara parameter frekuensi dominan dan frekuensi minimum adalah negatif lemah dan tidak linier ($R^2=0,013$; $p=0,674$), begitu pula korelasi dan regresi antara frekuensi minimum dan frekuensi maksimum ($R^2=0,072$; $p=0,316$) (lihat Gambar 4). Korelasi antara frekuensi maksimum dan amplitudo yang dihasilkan oleh suara tipe 1 adalah cukup kuat ($R^2=0,14$); sedangkan antara FM dengan AM adalah kuat ($R^2=0,23$).

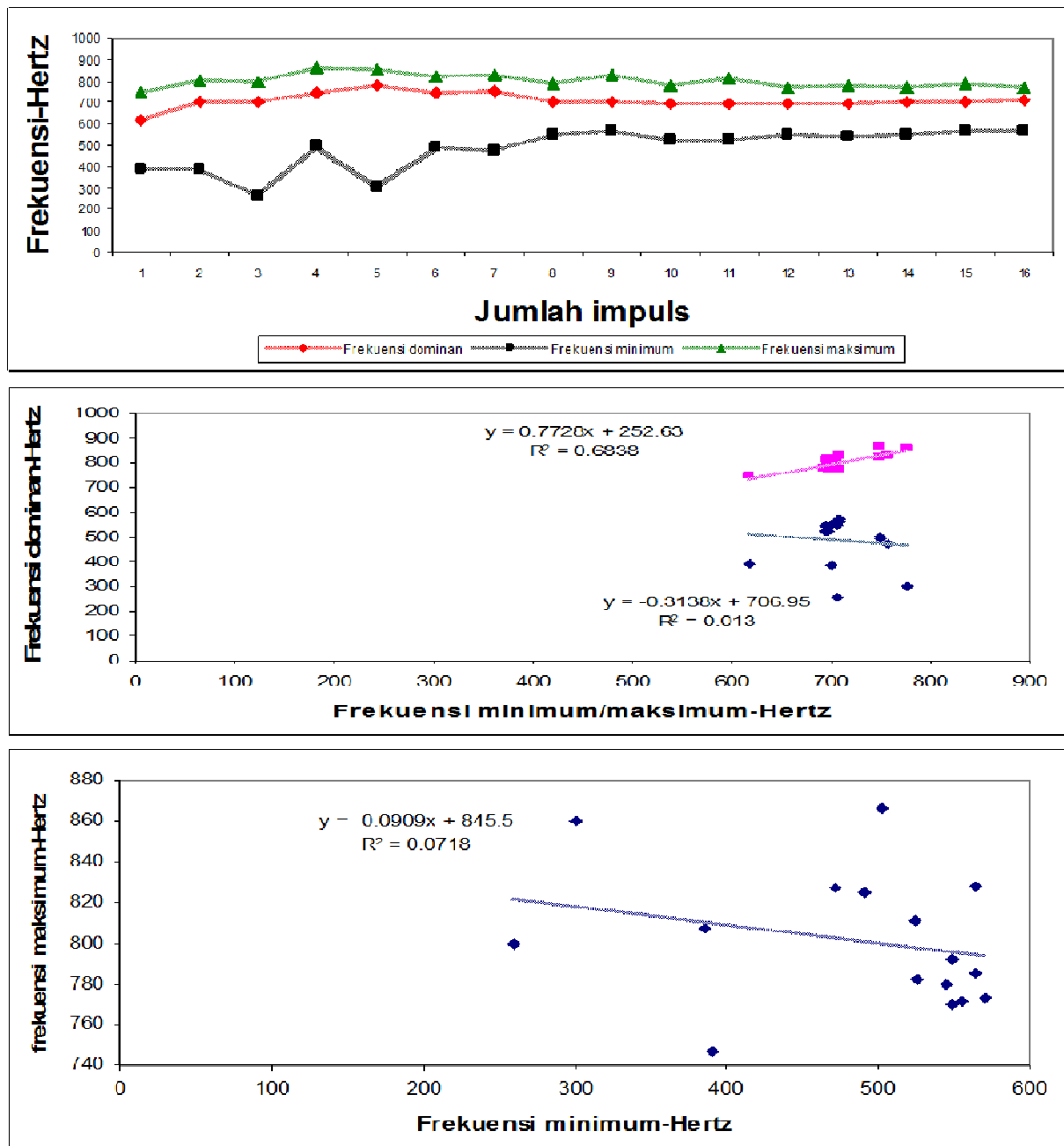
B. Suara Tipe 2

Suara tipe 2 hanya direkam dari satu individu jantan (direkam tanggal 23 September 2011); jumlah suara panggilan yang didapat dengan kualitas bagus adalah sebanyak 18.

Unsur dasar dari suara tipe 2 adalah nada murni (*pure tone*) yang terdiri dari banyak sub-



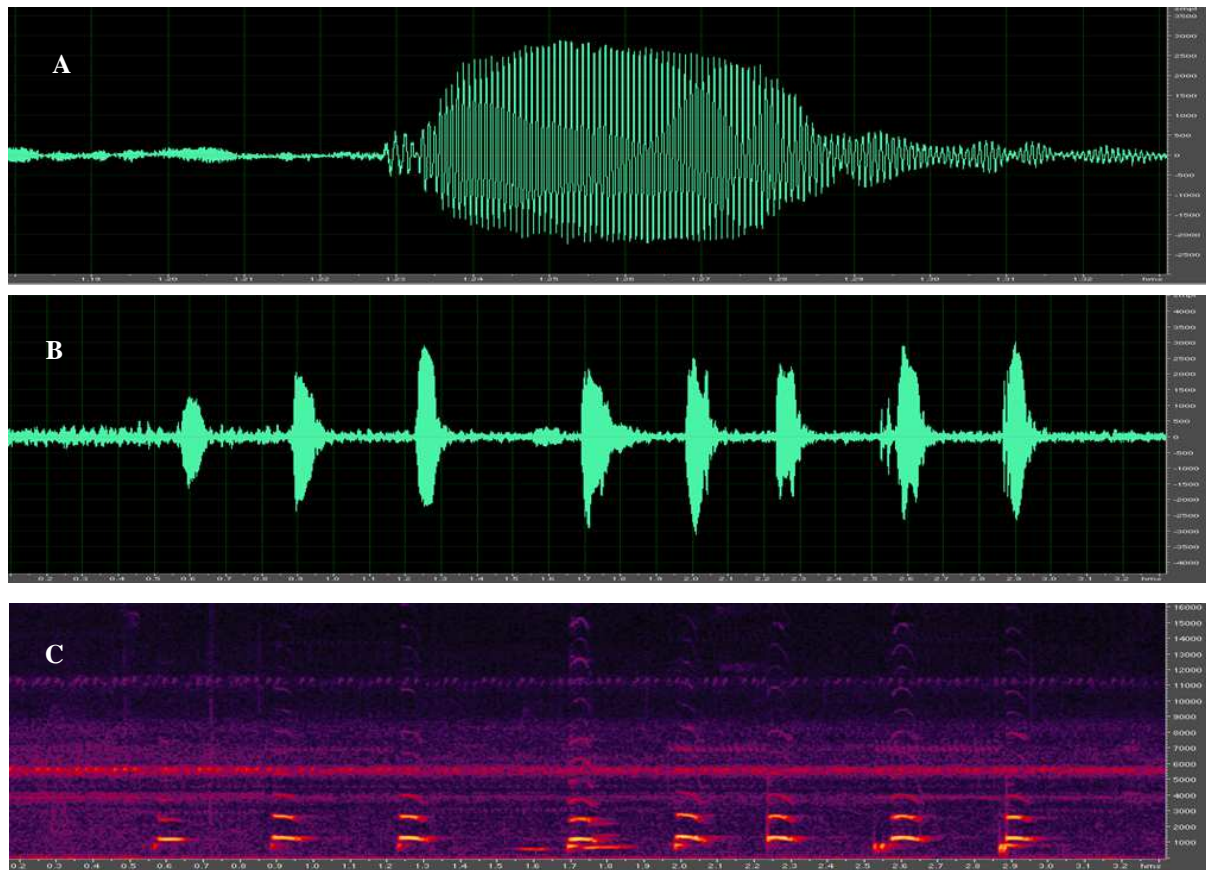
Gambar 3. Oscillogram dan audiospectrogram dari suara tipe 1 jantan dewasa *P. aspera*. (A) Oscillogram dari satu suara panggilan; (B) Oscillogram dari tiga suara panggilan; (C) Audiospectrogram dari tiga suara panggilan.



Gambar 4. Grafik dari tiga pola parameter gelombang suara tipe 1: frekuensi dominan, frekuensi maksimum dan frekuensi minimum; serta hasil korelasi dan regresi linier dari tiga parameter gelombang suara.

harmonik (*sub-harmonics*) (Gambar 5). Rentang frekuensi suara tipe 2 sangat panjang, yaitu rata-ratanya mencapai 1420,28 Hz, sedangkan rata-rata amplitudo adalah 42,67 (SD=5,22). Durasi rata-rata dari suara tipe 2 adalah 56,03 ms (SD=15,85), dengan durasi minimum 30,33 ms dan durasi maksimum

83,42 ms. Rentang durasi suara tipe 2 sangat pendek, yaitu 53,09 ms. Rentang durasi yang pendek ini mengindikasikan suara tipe 2 adalah vokalisasi yang spontan yang tidak dapat dikontrol oleh individu jantan.

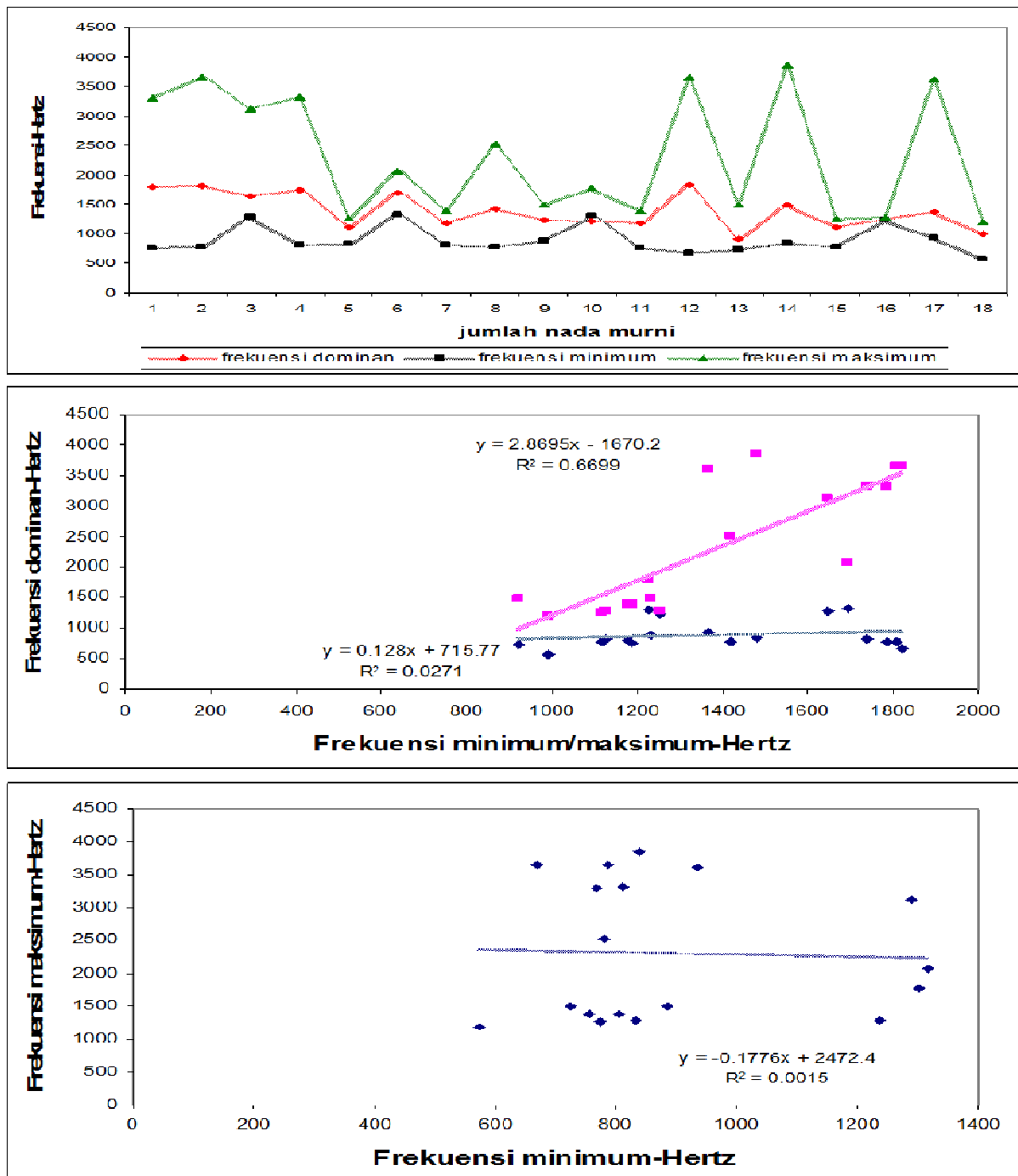


Gambar 5. *Oscillogram dan audiospectrogram dari suara tipe 2 jantan dewasa P. aspera. (A) Oscillogram dari satu suara panggilan suara tipe 2; (B) Oscillogram dari delapan suara panggilan suara tipe 2; (C) Audiospectrogram dari suara panggilan suara tipe 2, di sini terlihat banyak sub-harmonik.*

Frekuensi dominan dari suara tipe 2 bersifat dinamis ($CV=0,21$; $1388,39 \pm 295,56$ Hz), begitu pula pada frekuensi maksimum ($CV=0,45$; $2313,72 \pm 1036,21$ Hz) dan frekuensi minimum ($CV=0,26$; $893,44 \pm 229,62$ Hz). Hasil analisis korelasi dan regresi linier antara frekuensi dominan dengan frekuensi maksimum adalah positif kuat dan linier ($R^2=0,67$; $p<0,01$); antara frekuensi dominan dengan frekuensi minimum adalah positif lemah dan tidak linier ($R^2=0,027$; $p=0,514$); sedangkan antara frekuensi minimum dengan frekuensi maksimum adalah negatif lemah dan tidak linier ($R^2=0,0015$; $p=0,877$) (lihat Gambar 6). Korelasi antara frekuensi maksimum dengan amplitudo yang dihasilkan oleh suara tipe 2 adalah lemah ($R^2=0,017$); begitu pula korelasi antara FM dan AM ($R^2=0,0014$).

C. Suara Tipe 3

Suara tipe 3 direkam dari satu individu jantan dewasa (direkam tanggal 23 September 2011). Jumlah suara panggilan dari suara tipe 3 dengan hasil rekaman yang bersih adalah 21. Unsur dasar dari suara tipe 3 adalah campuran antara impuls dan nada murni dengan beberapa harmonik yang lemah (Gambar 7). Impuls dari suara tipe 3 merupakan bagian awal dari gelombang suara sebelum nada murni, yang mana impuls terdiri dari 5-9 periode. *Audiospectrogram* dari suara tipe 3 mempunyai satu ban dengan satu atau dua harmonik yang lemah. Ban dibentuk oleh gelombang suara impuls, sedangkan harmonik dibentuk oleh gelombang suara nada murni. Ban dari suara tipe 3 cukup lebar, yaitu 373,81 Hz dengan amplitudo rata-rata adalah 48,19 ($SD=4.62$). Durasi rata-rata suara tipe 3 adalah

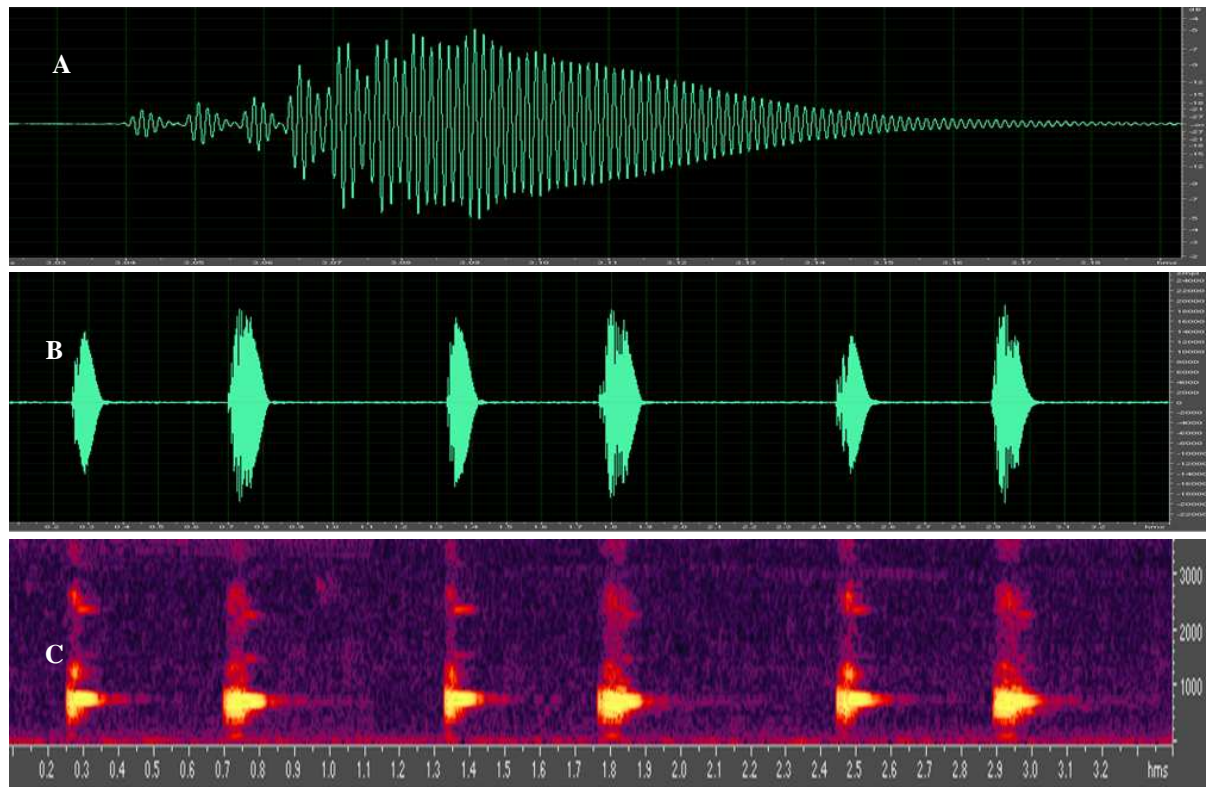


Gambar 6. Grafik dari tiga pola parameter gelombang suara tipe 2: frekuensi dominan, frekuensi maksimum dan frekuensi minimum; serta hasil korelasi dan regresi linier dari tiga parameter gelombang suara.

106,53 ms (SD=26.32). Durasi minimum adalah 26,30 ms, sedangkan durasi maksimum adalah 60,67 ms. Rentang durasi dari suara tipe 3 sangat pendek, yaitu 34,37 ms; rentang durasi yang pendek ini men-

gindikasikan bahwa suara tipe 3 adalah vokalisasi yang spontan.

Frekuensi dominan dari suara tipe 3 bersifat statis (CV=0,117; $778,75 \pm 91,29$ Hz), begitu pula



Gambar 7. *Oscillogram dan audiospectrogram dari suara panggilan suara tipe 3 dari jantan dewasa P. aspera.* (A) *Oscillogram dari satu suara panggilan suara tipe 3;* (B) *Oscillogram dari enam suara panggilan suara tipe 3;* (C) *Audiospectrogram dari enam suara panggilan suara tipe 3.*

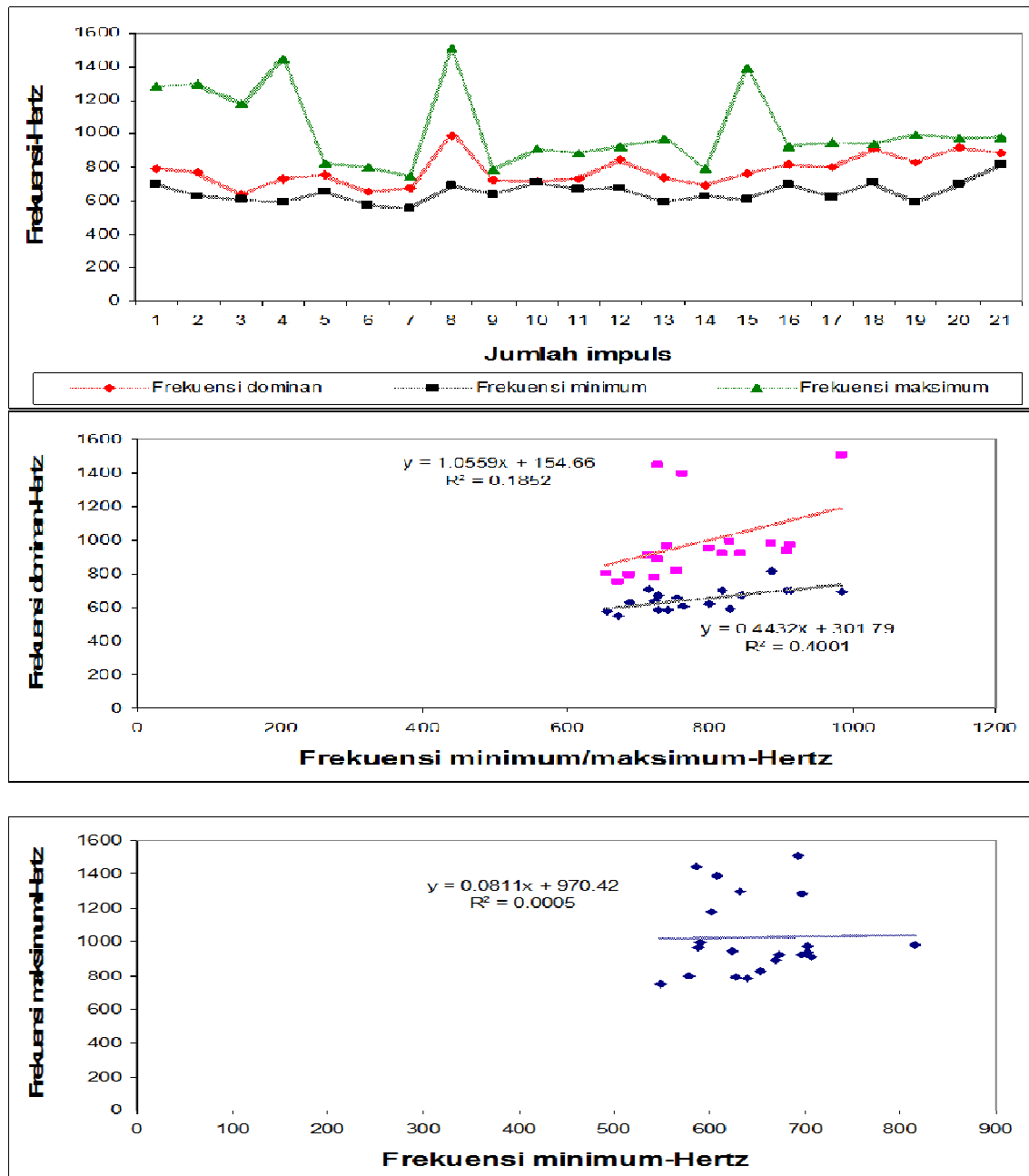
pada frekuensi minimum ($CV=0,095$; $649,28 \pm 61,63$ Hz); tetapi frekuensi maksimum bersifat dinamis ($CV=0,226$; $1023,09 \pm 230,89$ Hz). Korelasi dan regresi antara frekuensi dominan dan frekuensi maksimum adalah positif kuat dan linier ($R^2=0,18$; $p=0,181$) dan korelasi antara frekuensi dominan dan frekuensi minimum adalah positif kuat dan linier ($R^2=0,40$; $p=0,002$); tetapi korelasi antara frekuensi minimum dan frekuensi maksimum adalah positif lemah ($R^2=0,0005$; $p=0,926$) (lihat Gambar 8). Korelasi antara frekuensi maksimum dengan amplitudo yang dihasilkan suara tipe 3 adalah negatif lemah ($R^2=0,082$), begitu pula antara FM dengan AM ($R^2=0,061$).

D. Suara Tipe 4

Suara tipe 4 direkam dari lima individu jantan dewasa *P. aspera* (direkam tanggal 30 oktober 2010 dan 22-24 September 2011). Jumlah panggilan suara

dari suara tipe 4 dengan hasil rekaman yang bersih adalah 99. Unsur dasar dari suara tipe 4 adalah impuls yang pendek; satu suara panggilan terdiri dari 7-16 impuls dan satu impuls terdiri 5-9 periode (Gambar 9). Band dari suara tipe 4 cukup lebar dengan lebar rata-rata 792,62 Hz dan rata-rata amplitudo adalah 51,01 ($SD=5,24$). Durasi rata-rata suara tipe 4 adalah 189,20 ms ($SD=47,14$), durasi minimum adalah 83,42 ms dan durasi maksimum 33,66 ms. Rentang durasi dari suara tipe 4 cukup panjang, yaitu 250, 24 ms. Gelombang suara panggilan suara tipe 4 mirip dengan gelombang suara panggilan suara tipe 1, bedanya suara tipe 4 berdurasi lebih pendek dan mempunyai frekuensi lebih tinggi.

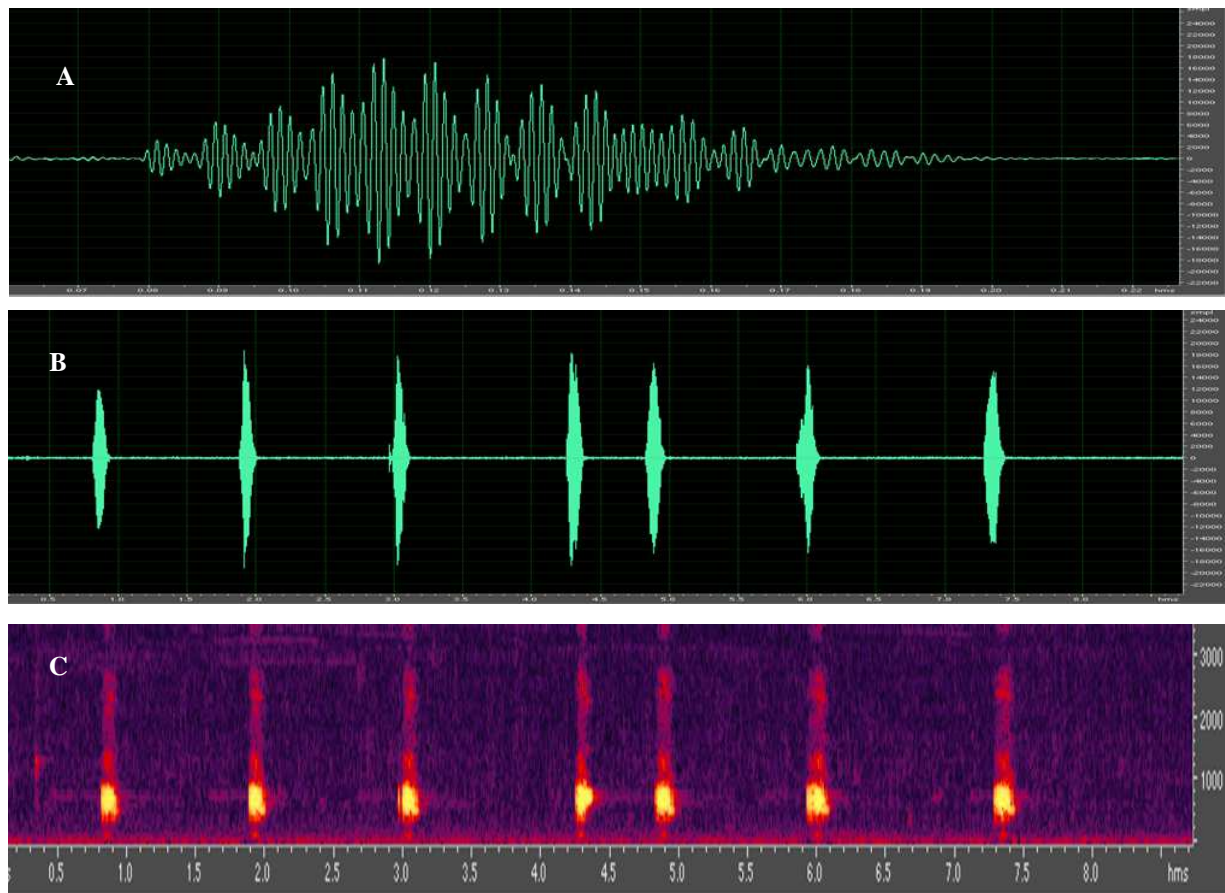
Frekuensi dominan dari suara tipe 4 bersifat statis ($CV=0,105$; $740,35 \pm 77,64$ Hz); tetapi frekuensi maksimum bersifat dinamis ($CV=0,45$; $1337,97 \pm 602,64$ Hz), begitu pula pada frekuensi minimum ($CV=0,17$; $545,35 \pm 94,75$ Hz). Korelasi dan



Gambar 8. Grafik dari tiga pola parameter gelombang suara tipe 3: frekuensi dominan, frekuensi maksimum dan frekuensi minimum; serta hasil korelasi dan regresi linier dari tiga parameter gelombang suara.

regresi antara frekuensi dominan dan frekuensi maksimum adalah positif kuat dan linier ($R^2=0,126$; $p<0,01$), sedangkan korelasi antara frekuensi dominan dengan frekuensi minimum adalah positif lemah dan tidak linier ($R^2=0,096$; $p=0,002$), tetapi korelasi

antara frekuensi minimum dan frekuensi maksimum adalah positif dan sangat lemah ($R^2=0,0048$; $p=0,497$) (lihat Gambar 10). Korelasi antara frekuensi maksimum dengan amplitudo yang dihasilkan oleh suara tipe 4 adalah positif dan sangat lemah



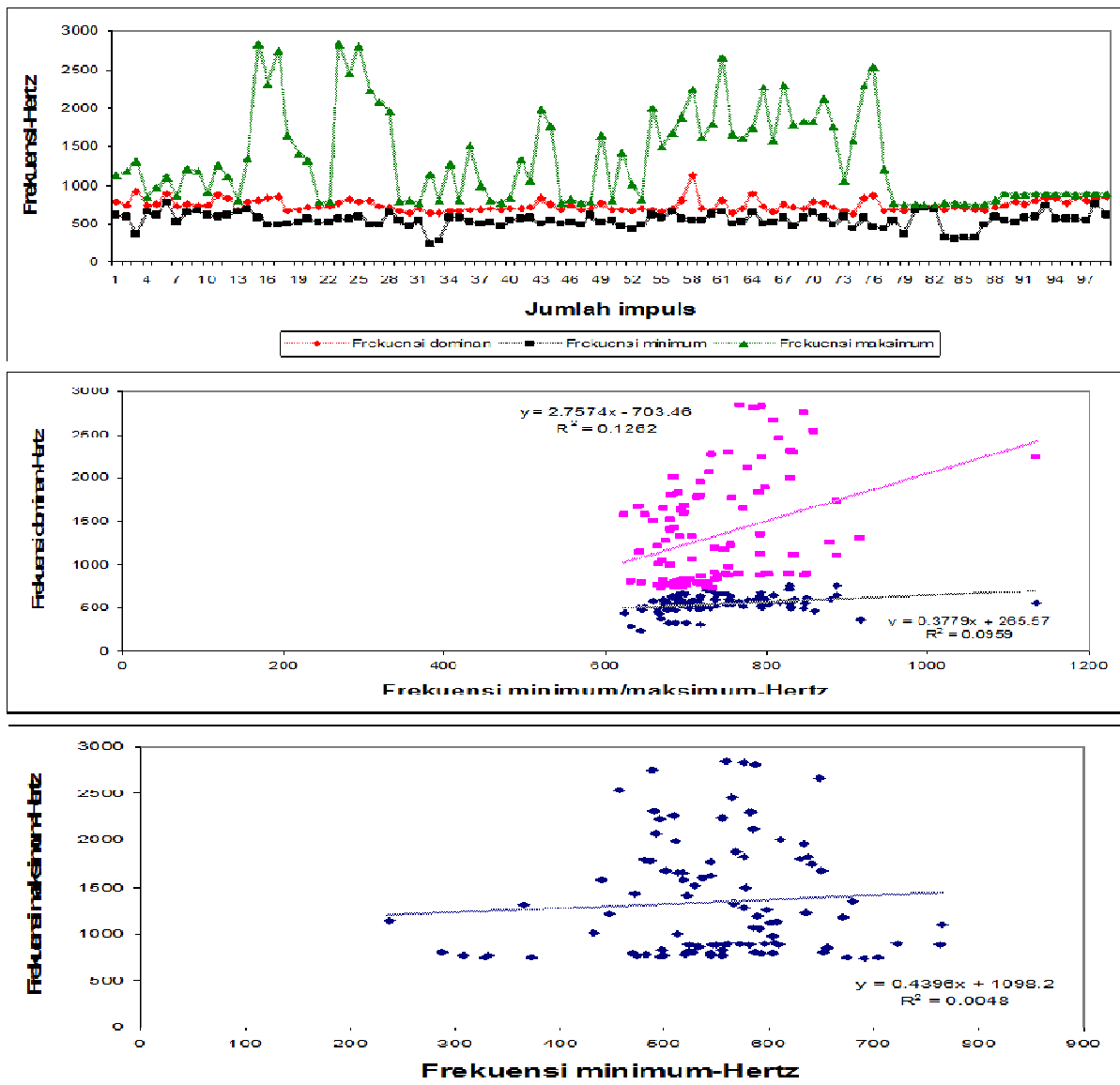
Gambar 9. *Oscillogram dan audiospectrogram dari suara tipe 4 jantan dewasa P. aspera. (A) Oscillogram dari satu suara panggilan suara tipe 4; (B) Oscillogram dari tujuh suara panggilan suara tipe 4; (C) Audiospectrogram dari tujuh suara panggilan suara tipe 4.*

($R^2=0,018$); begitu pula antara FM dengan AM ($R^2=0,0006$). Dari hasil analisis korelasi dan regresi pada suara tipe 4, terlihat banyak nilai bersifat tidak linier; hasil ini mengindikasikan suara tipe 4 tidak dapat dikontrol oleh individu jantan walaupun suara tipe 4 bukan merupakan vokalisasi yang bersifat spontan.

DISKUSI

Pola vokalisasi kodok *P. aspera* adalah campuran dari pola vokalisasi kelompok *Bufo* spp. yang telah dideskripsikan oleh Cocroft dan Ryan (1995) dan Wells (2007). Berdasarkan dari banyaknya suara panggilan dari keempat tipe suara

tersebut, suara tipe 4 paling banyak dilepaskan oleh lima individu jantan, sedang suara tipe 1, suara tipe 2 dan suara tipe 3 sedikit dilepaskan dan hanya direkam dari satu individu jantan. Suara tipe 4 adalah suara panggilan yang umum digunakan (*common advertisement call*) dan dapat diklasifikasikan sebagai suara utama atau suara major (*major call*), sedangkan ketiga tipe suara yang lain tidak umum digunakan (*uncommon advertisements calls*) dan dapat diklasifikasikan sebagai suara minor (*minor calls*) (Kurniati, 2011). Dari hasil observasi di lapangan, suara tipe 4 kerap digunakan sebagai suara komunikasi yang berbalas-balasan di antara individu jantan; apabila suara tipe 4 yang



Gambar 10. Grafik dari tiga pola parameter gelombang tipe suara 4: frekuensi dominan, frekuensi maksimum dan frekuensi minimum; serta hasil korelasi dan regresi linier dari tiga parameter gelombang suara.

dikeluarkan oleh salah satu jantan tidak ditanggapi oleh jantan lain dalam waktu yang cukup panjang, maka jantan tersebut secara betingkat mengeluarkan tipe-tipe suara yang lain yang lama-kelamaan empat tipe suara dikeluarkan secara lengkap; fenomena ini juga terjadi pada jenis kodok *P. leucomystax* yang juga mempunyai suara major dan suara-suara minor (Kurniati, 2011), tetapi suara-suara minor jantan *P. leucomystax* lebih sederhana dibandingkan suara-suara minor jantan *P. aspera*.

Individu-individu jantan *P. aspera* bersifat soliter, karena mereka bersuara tidak dalam kelompok; sepertinya suara tipe 4 selain berfungsi sebagai suara untuk komunikasi juga berfungsi sebagai suara teritorial, karena empat individu jantan selama suara mereka direkam berada pada satu aliran parit irigasi dengan jarak yang cukup jauh dengan individu jantan lainnya yang juga mengeluarkan suara tipe 4 sebagai suara balasan.

Individu-individu jantan *P. aspera* yang

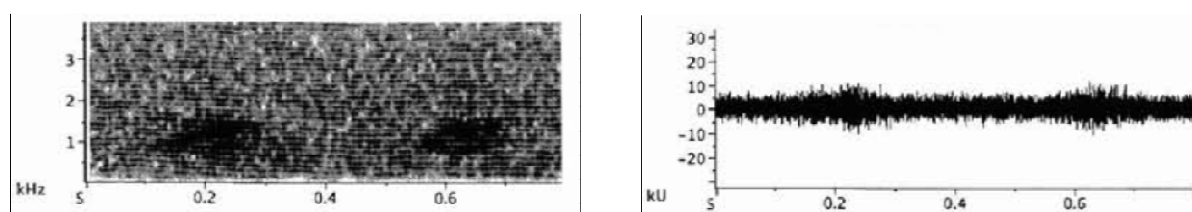
dijumpai di daerah Curug Nangka melepaskan suara panggilan pada perairan mengalir (sungai atau parit irigasi) dengan frekuensi rata-rata suara aliran air 3500 Hz atau di bawah frekuensi ini; mereka tidak bersuara pada sungai berarus deras dengan frekuensi rata-rata suara aliran air 5000 Hz atau lebih; tetapi Preininger *et al.* (2007) berhasil mendapatkan rekaman suara jantan *P. aspera* yang dijumpai di Lembah Danum, Sabah, Malaysia pada habitat tidak terganggu dengan frekuensi rata-rata suara air 5000 Hz (lihat Gambar 11), frekuensi dominan yang dilepaskan individu jantan pada habitat tersebut adalah di atas 3900 Hz. Dalam tulisannya, Preininger *et al.* (2007), tidak dijelaskan bagaimana kondisi suara latar belakang dari habitat tidak terganggu, tetapi mereka menyatakan bahwa individu *P. aspera* lebih memilih suara latar belakang yang sunyi untuk bersuara.

Bila dilihat dari parameter-parameter gelombang suara yang dilepaskan, kemungkinan besar jantan-jantan *P. aspera* yang dijumpai di daerah Curug Nangka berpotensi untuk melepaskan frekuensi suara di atas 3900 Hz, karena semua tipe suara mempunyai korelasi positif kuat dan linier antara frekuensi dominan dan frekuensi maksimum (Tabel 1). Pada habitat sungai berarus deras di daerah Curug Nangka, jantan *P. aspera* tidak mengeluarkan suara walaupun jantan dewasa cukup banyak dijumpai pada habitat tersebut. Kemungkinan besar jantan *P. aspera* yang dijumpai di daerah Curug Nangka memilih mikrohabitat yang cocok untuk mereka melepaskan suara, yaitu parit irigasi, karena pada beberapa kelompok kodok keterkaitan karakteristik suara berkorelasi dengan tipe mikrohabitat bukan pada tipe habitat secara umum

(Bosch dan De la Riva, 2004); parit irigasi dengan suara aliran air yang rendah merupakan mikrohabitat yang cocok buat jantan *P. aspera* untuk melepas suara panggilan secara efektif, karena suara latar belakang yang lebih tinggi (bising) akan menutupi frekuensi dominan suara jantan yang lebih rendah dari suara latar belakang (Hoskin *et al.*, 2009).

Berdasarkan urutan suara yang dilepaskan, suara tipe 1 selalu dilepaskan sebelum suara tipe 2; tetapi setelah suara tipe 2 tidak selalu berurutan dilepaskan suara tipe 3, kadang-kadang setelah suara tipe 2 kemudian dilepaskan suara tipe 4. Bila dilihat dari urutan suara, sepertinya suara tipe 1 yang mempunyai parameter gelombang suara berfrekuensi rendah (di bawah 1000 Hz) merupakan suara pengantar untuk menuju suara tipe 2. Suara tipe 2 merupakan suara spontan bernada murni dan mempunyai frekuensi dominan dan frekuensi maksimum di atas 1000 Hz dengan rentang frekuensi yang lebar (1420,28 Hz).

Sifat frekuensi-frekuensi suara dari empat tipe suara jantan *P. aspera* bersifat statis dan dinamis (Tabel 1); kategori ini mengikuti Gerhardt (1991); karakter frekuensi bersifat “statis” dan “dinamis” berdasarkan pada persentase dari koefisien varian (CV). Frekuensi suara bersifat dinamis ($CV \geq 12\%$) mengindikasikan frekuensi suara tersebut berpotensi kuat untuk mencirikan antar individu jantan dan juga berguna dalam seleksi kelamin (*sexual selection*) yang dilakukan oleh individu betina; sedangkan frekuensi suara bersifat statis ($CV < 12\%$) mengindikasikan frekuensi suara tersebut mencirikan jantan dari jenis kodok tertentu. Di antara empat tipe suara jantan *P. aspera* (lihat Tabel 1), tiga parameter



Gambar 11. Audiospectrogram (Frekuensi dalam KHz) dan bentuk gelombang suara (Amplitudo dalam KUnit) dari suara panggilan *P. aspera* di Lembah Danum, Sabah, Malaysia. Suhu selama perekaman adalah 24,6°C (dikutip dari Preininger *et al.*, 2007).

Tabel 1. Perbandingan hasil korelasi dan regresi parameter gelombang suara serta sifat parameter gelombang suara dari empat tipe suara panggilan individu jantan dewasa *P. aspera*.

| Analisis parameter gelombang suara | Suara tipe 1 | Suara tipe 2 | Suara tipe 3 | Suara tipe 4 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Unsur dasar gelombang suara | Impuls | Nada murni | Impuls+nada murni | Impuls |
| Frek. Dominan vs frek. Maksimum | Positif kuat; linier | Positif kuat; linier | Positif kuat; linier | Positif kuat; linier |
| Frek. Dominan vs frek. Minimum | Negatif lemah; tidak linier | Positif lemah; tidak linier | Positif kuat; linier | Positif lemah; tidak linier |
| Frek. Maksimum vs frek. Minimum | Negatif lemah; tidak linier | Negatif lemah; tidak linier | Positif lemah, tidak linier | Positif lemah; tidak linier |
| Frek. Maksimum vs amplitudo | Kuat | Lemah | Lemah | Lemah |
| FM vs AM | Kuat | Lemah | Lemah | Lemah |
| Lebar ban/rentang frekuensi | 317,44 Hz | 1420,28 Hz | 373,81 Hz | 792,62 Hz |
| Rentang durasi | 1175,42 ms | 53,09 ms | 34,37 ms | 250, 24 ms |
| Sifat frek. dominan | Statis | Dinamis | Statis | Statis |
| Sifat frek. maksimum | Statis | Dinamis | Dinamis | Dinamis |
| Sifat frek. minimum | Dinamis | Dinamis | Statis | Dinamis |

gelombang suara (frekuensi dominan, frekuensi maksimum dan frekuensi minimum) mempunyai nilai CV yang berbeda; sifat dinamis dari suara tipe 1 dihasilkan oleh frekuensi minimum (CV=20%); dari suara tipe 2 dihasilkan oleh frekuensi dominan (CV=21%), frekuensi maksimum (CV=45%) dan frekuensi minimum (CV=26%); dari suara tipe 3 hanya dihasilkan oleh frekuensi maksimum (CV=22.6%); sedangkan dari suara tipe 4 dihasilkan oleh frekuensi maksimum (CV=45%) dan frekuensi minimum (CV=17%). Berdasarkan jumlah parameter yang membentuk gelombang suara dinamis, suara tipe 2 adalah yang paling potensial, karena tiga parameter (frekuensi dominan, frekuensi maksimum dan frekuensi minimum) bersifat dinamis; kemungkinan besar suara panggilan dari suara tipe 2 dapat mencirikan karakteristik suara dari individu jantan tertentu yang berbeda dari suara panggilan dari suara tipe 2 jantan lainnya. Suara panggilan dari suara tipe 4 kemungkinan besar merupakan potensi kedua yang dapat mencirikan individu jantan tertentu yang ber-

beda dengan individu jantan lain, karena suara tipe 4 memiliki dua parameter frekuensi yang dinamis, yaitu frekuensi maksimum (CV=45%) dan frekuensi minimum (CV=17%). Suara tipe 4 paling banyak dan umum dilepaskan oleh individu jantan *P. aspera*; mungkin karena suara tipe 4 memiliki frekuensi yang relatif rendah yang dihasilkan dari unsur gelombang suara impuls. Bila dilihat dari besarnya ukuran tubuh individu jantan *P. aspera*, karakter-karakter gelombang suara yang ada pada suara tipe 4 akan memudahkan individu jantan *P. aspera* untuk melepaskan suara tipe ini, karena jenis kodok dengan ukuran tubuh besar akan mempunyai frekuensi suara panggilan lebih rendah dibandingkan frekuensi suara panggilan dari jenis kodok dengan ukuran tubuh kecil (Kime *et al.*, 2000).

KESIMPULAN

Dari hasil analisis keragaman tipe suara panggilan individu jantan *P. aspera* yang hidup di daerah Curug Nangka, kaki Gunung Salak, Jawa Barat dapat

disimpulkan sebagai berikut: Individu jantan dewasa kodok *P. aspera* mempunyai empat tipe suara, yang masing-masing tipe suara mempunyai karakteristik berbeda. Suara tipe 4 diklasifikasikan sebagai suara major, karena tipe suara ini paling sering dilepaskan; sedangkan tiga tipe suara yang lain diklasifikasikan sebagai suara minor, karena jarang dilepaskan. Suara tipe 4 memiliki frekuensi yang relatif rendah yang dihasilkan dari unsur gelombang suara impuls, sehingga karakter-karakter gelombang suara yang ada pada suara tipe 4 akan memudahkan individu jantan *P. aspera* untuk melepaskan suara tipe ini. Suara tipe 4 mempunyai sifat dinamis pada frekuensi maksimum dan frekuensi minimum, yang mana sifat ini sangat berguna dalam pencirian individu dan seleksi kelamin oleh individu betina. Berdasarkan lama dan singkatnya rentang durasi suara panggilan, suara tipe 1 bukan suara spontan, sedangkan tiga tipe suara lainnya merupakan suara spontan (*clicking vocalization*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Banyak terima kasih diberikan kepada Alex Sumadijaya, Wahyu Tri Laksono dan Saiful bantuan mereka untuk membantu merekam suara kodok di daerah Curug Nangka, kaki Gunung Salak. Terima kasih khusus diberikan kepada Dr Arjan Boonman untuk hasil rekaman kodok yang diambil pada tanggal 30 Oktober 2010 dan juga untuk bimbingan dan bantuan dari analisis vokalisasi kodok. Pekerjaan lapangan di daerah kaki Gunung Salak didukung oleh proyek insentif Ristek-LIPI tahun 2010 dan 2011.

DAFTAR PUSTAKA

- Boonman A and H Kurniati. 2011.** Evolution of high-frequency communication in frogs. *Evolutionary Ecology Research* **13**, 197–207.
- Bosch J and I De la Riva. 2004.** Are frog calls modulated by the environment? An analysis with anuran species from Bolivia. *Canadian Journal of Zoology* **82**(6), 880–888.
- Christensen-Dalsgaard J, TA Ludwig and PM Narins. 2002.** Complex vocal communication in the southeast asian frog *Polypedates leucomystax*. *Bioacoustics* **13**(1), 80.
- Cocroft RB and MJ Ryan. 1995.** Patterns of advertisement call evolution in toads and chorus frogs. *Animal Behavior* **49**, 283–303.
- Gerhardt HC. 1991.** Female mate choice in treefrogs: static and dynamic criteria. *Animal Behaviour* **42**, 615–635.
- Hoskin CJ, S James and GC Grigg. 2009.** Ecology and taxonomy-driven deviations in the frog call-body size relationship across the diverse Australian frog fauna. *Journal of Zoology* **278**(1), 36–41.
- Howard RD and JR Young. 1998.** Individual variation in male vocal traits and female mating preferences in *Bufo americanus*. *Animal Behavior* **55**: 1165–1179.
- Inger RF. 2005.** *The systematics and zoogeography of the amphibian of Borneo*. Natural History Publications (Borneo). Kota Kinabalu.
- Inger RF. 2009.** Contributions to the natural history of seven species of bornean frogs. *Fieldiana Zoology* (**116**), 1–25.
- Iskandar DT. 1998.** *The amphibians of Java and Bali*. Research and Development Center for Biology-LIPI. Bogor.
- Kime NM, WR Turner and J Ryan. 2000.** The transmission of advertisement calls in Central American frogs. *Behavior Ecology* **11**, 71–83.
- Kurniati H. 2003.** *Amphibians and reptiles of Gunung Halimun National Park, West Java, Indonesia*. Research Center for Biology-LIPI. Cibinong.
- Kurniati H. 2007.** The herpetofauna of the gold mining project area in North Sumatra: Species richness before exploitation activities. *Zoo Indonesia* **16**(1), 1–11.
- Kurniati H. 2009.** Herpetofauna diversity in Kerinci Seblat National Park, Sumatra, Indonesia. *Zoo Indonesia* **18**(2), 45–68.
- Kurniati H. 2011.** Vocalization of Asian striped tree frogs, *Polypedates leucomystax* (Gravenhorst, 1829) and *P. iskandari* Riyanto, Mumpuni & McGuire, 2011 *Treubia* **38**, 1–13.
- Kurniati H, W Crampton, A Goodwin, A Locket and A Sinkins. 2001.** Herpetofauna diversity of Ujung kulon National Park: An inventory results in 1990. *Journal of Biological Researches* **6**(2), 113–128.
- Kurniati H and A Boonman. 2011.** Vocalization of common frogs around human habitations. *Fauna Indonesia* **10**(2), 18–27.
- Liem DSS. 1973.** The frogs and toads of Tjibodas National Park Mt. Gede, Java, Indonesia. *The Philippine Journal of Science* **100**(2), 131–161.
- Marquez R and XR Eekhout. 2006.** Advertisement calls of six species of anurans from Bali, Republic of Indonesia. *Journal of Natural History* **40**(9–10), 571–588.
- Preininger D, M Bockle and W Hodl. 2007.** Comparison of anuran acoustic communities of two habitat types in the Danum Valley conservation area, Sabah, Malaysia. *Salamandra* **43**(3), 129–138.
- Sheridan JA. 2008.** Ecology and behavior of *Polypedates leucomystax* (Anura: Rhacophoridae) in Northeast Thailand. *Herpetological Review* **39**(2), 165–169.
- Wells KD. 2007.** *The Ecology and behavior of amphibians*. The University of Chicago Press. Chicago.